設施內自走載具之研發與應用

楊智凱[1], 黃國祥[2]

[1] 行政院農委會農業試驗所 副研究員
[2] 行政院農委會農業試驗所 助理研究員

摘要

設施栽培作業過程中，肥料、資材、介質、種苗、農產品等之搬運作業，目前可運用的設備有人力運搬車、動力運搬車、軌道式台車、輸送帶、自動化搬運系統與龍門樑架系統等，概分為無軌式與軌道式。本研究為解決農產品搬運及小型管理作業機械移動之自動化需求，進行多功能泛用型電動雛型載具導引控制技術研究，分別運用影像、磁帶感應與 RFID 定位技術，於設施走道間依規劃路徑自主移動，作為設施內區域間搬運或管理作業機械用小型載台。系統分有：自走載具、影像擷取導引系統、磁帶導引與 RFID 定位模組。經研製與測試後，影像擷取導引系統雖已可達到預期之載具導引功能，但受限於設施環境光線角度與亮度變化，易造成演算法則的誤判。改採用磁帶導引與 RFID 定位技術後，藉由自走載具前方裝置磁性感應器感測地面磁帶，迴授訊號給全向輪控制器修正行進方向；載具底部的 RFID reader 可感應目前載具的定位，比對資料庫設定的地圖與規劃路徑後，執行左右轉、直行或迴轉的動作。

關鍵詞：自走載具、磁帶導引、RFID 定位。

一、前言

設施栽培作業過程中，肥料、資材、介質、種苗、農產品等之搬運作業，目前可運用的設備有人力運搬車、動力運搬車、軌道式台車、輸送帶、自動化搬運系統與龍門樑架系統等，概分為無軌式與軌道式。軌道式系統雖然在直線導引技術較易達成，但在大規模設施軌道佈建成本過高，且地面軌道可能影響其他農機具的操作。現有自走載具無人導引技術有雷射掃瞄感應、鋼纜控制導引、影像處理分析、GPS 衛星導航自動導引、超音波感測、磁感應裝置等，或是前列技術的整合。目前國內相關研究有設施內無人自動噴藥機，可避免農藥對施藥者造成的傷害；還有利用永久磁鐵與磁簧開關感應方式做為導引用回授訊號，以可程式控制器控制車台方向。本研究為解決農產品搬運及小型管理作業機械移動之自動化需求，進行多功能泛用型電動雛型載具導引控制技術研究，分別運用影像、磁帶感應與 RFID 定位技術，於設施走道間依規劃路徑自主移動，作為設施內區域間搬運或管理作業機械用小型載台，該機規劃有搬運與噴藥兩種模式，期能有效提升設施栽培之自動化搬運及管理效能。

二、材料與方法

(一)自走載具與路徑規畫

本試驗之自走載具採用全向輪設計，其行進原理係以三輪驅動，與一般差速轉向相較，有最小迴轉半徑和可朝任何方向行走等優點，而缺點則是控制較為困難。為求控制上的便

利，三輪的夾角均為 120 度，且至圓心的距離均等長，利用基本運動學原理公式可推得全向輪行走平台運動之三輪速度關係。

於農試所設施內走道設定任意起始點、中途點與目標點，並依設定自動完成由起始點，經由中途點到達目標點的循跡行進功能目標，以滿足設定之搬運與噴藥載具需求，移動路徑規畫示意如圖 1。

(二)影像擷取導引系統

藉由定義目標物並指出特定色彩區塊來導引全向輪型載具，由載具上的筆記型電腦連接兩個方向垂直的 USB 小型攝影機擷取影像，由於攝影機所擷取的影像資訊多為 RGB(紅、綠、藍)三原色所構成，但 RGB 三原色所構成的色彩空間(color space)容易受到光線的影響而有很大的變動，所以 RGB 色彩空間並不適用於亮度變動大的環境中進行顏色分割，故必須先將色彩空間轉換為 Lab 系統，以避免色彩資訊會隨著亮度的變動而有劇烈的變化。先建立自走載具方向控制用「行進軌跡參數表」，攝影機原始影像資訊經過 RGB 轉換為 Lab 色彩空間像素點後，辨識佈建於溫室各處的導引色塊，與參數表比較運算產生偏移量對應函數，由演算色塊的中心位置判定全向輪型載具是否偏離航向，若偏離則輸出控制指令，控制三輪的個別速度，導引全向輪型載具進行斜行、平移、轉彎的修正動作。同時搭配超音波感測器來判斷是否過於接近植床或偵測障礙物，達成避障機制。設計規畫控制流程如圖 2。

(三)磁帶導引與 RFID 定位模組

測試時地面佈建磁帶，自走載具前方裝置磁性感應器，可偵測目前行近狀態的左右偏移量，藉以迴授訊號透過全向輪控制器修正行進方向，行經分歧點或路徑上佈設的 RFID tag 時，載具底部的 RFID reader 可感應目前載具的定位，比對資料庫設定的地圖與規劃路徑後，執行左右轉、直行或迴轉的動作，控制流程如圖 3。同時可利用無線的方式傳到遠端電腦，除了於控制室顯示目前所在位置，亦提供遠端無線導引控制演算用。

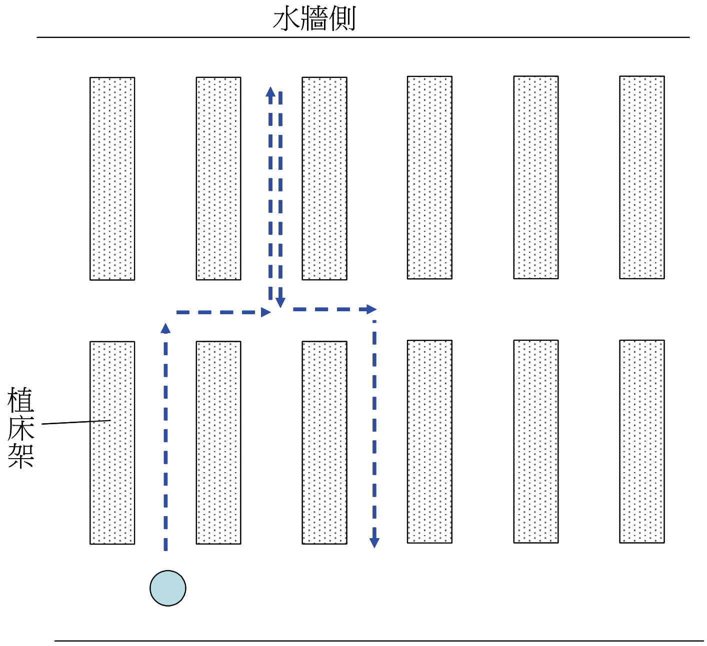

圖 1 自走載具跨走道移動路徑示意圖

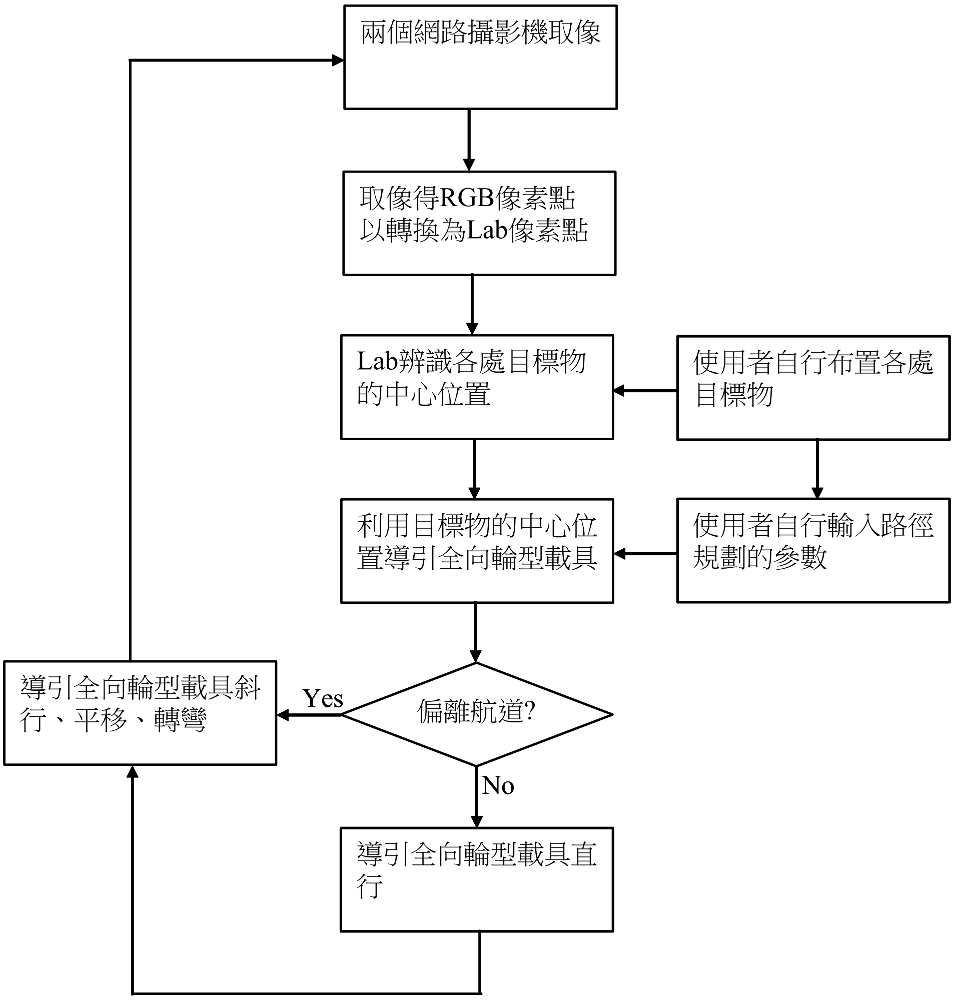

圖 2 影像擷取導引控制流程圖

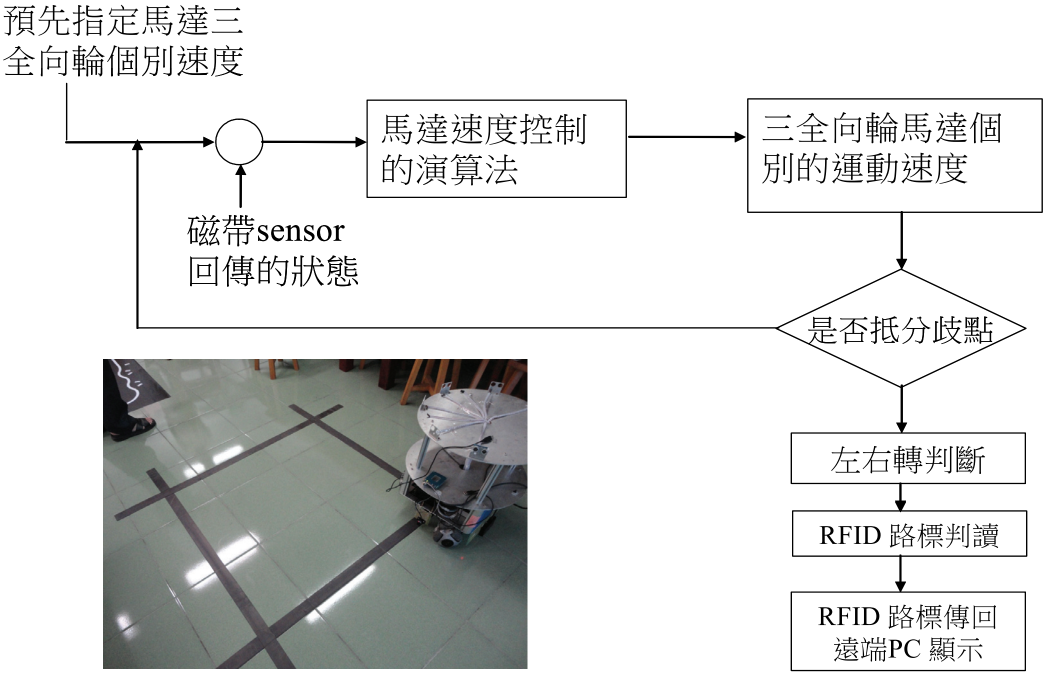

圖 3 磁帶導引與 RFID 定位程式流程以及雛型系統測試情形

三、結果

完成開發之影像導引系統，其實際測試操作情形如圖 4 與圖 5。雖然先將 RGB 轉換為 Lab 色彩空間像素點，以便盡量避免光線因素的影響，結果初步可達到預期之載具導引功能，但經長時間測試後，正午、傍晚之光線角度與氣候陰晴變化，仍然偶而造成演算法則的誤判，加上影像處理與偏移量對應函數的演算相對耗時，產生間歇停頓式行進，還有設施內走道盡頭處佈建的辨識色塊過多，經審慎評估後此技術於現階段軟硬體條件下，恐難以推展至實務應用階段。

修正採用磁帶導引結合近距離 RFID 感測定位技術，可改善前項影像技術之間歇行進、演算耗時與倚賴外部光源條件嚴苛等缺點。完成之雛型系統可設定搬運與噴藥兩種模式。搬運模式下可設定起始點、中繼點與終點，可執行收穫物與資材在作業位置與集貨區之間的搬運作業；噴藥模式則可設定行進路徑與噴藥區段，於設施內的特定區域執行自動噴藥作業，減少施藥者暴露於藥液霧粒環境的傷害。(圖 6)

圖 4 影像擷取導引系統操作情形

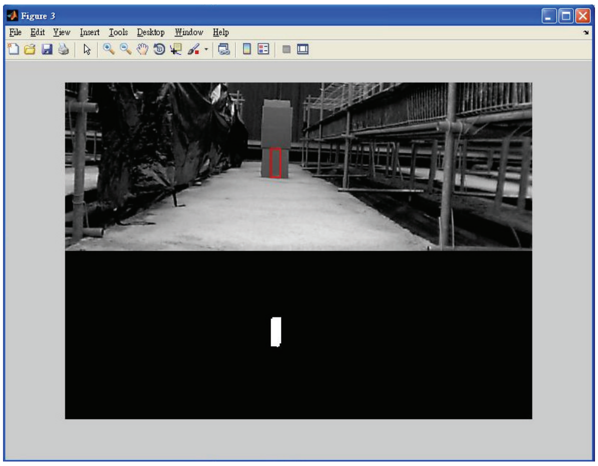

圖 5 影像處理程式即時畫面

圖 6 設施內自走載具噴藥功能測試情形

四、討論

原始的影像擷取與導引模式構想，雖然功能經測試可行，但在移動連續性與週邊辨識色板等諸多因素仍有改良空間。經改以磁帶導引結合 RFID 定位技術研發之自走載具雛型機，經連續測試已可初步達成設定之自動搬運與噴藥功能。惟初始採用的驅動馬達與全向輪，在坡度與平坦度條件較差時，偶有打滑或驅動力不足現象發生，建議選用輸出功率較大的驅動馬達並搭配更換較高規格尺寸的全向輪組來改善。超音波感測器對植床架金屬與介質的反射特性與靈敏度有異，偶有出現訊號接收異常導致誤動作發生。另外，現有載具雛型機加裝測試噴藥作業所採用的電動噴藥機藥液桶位置偏高，行進時藥液的晃動會影響機台的動態穩定性，建議將作業機械平台安裝高度修正降低以增進穩定性。

參考文獻

1. 王家麒。1993。以視覺為基礎的自動導引車在農業環境中的定位作業。碩士論文。台北：台灣大學生物產業機電工程研究所。
2. 周子豪。1999。棚架果園自動化施藥機行走控制之研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
3. 張旭志。2004。多功能電動軌道車之研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
4. 陳令錫、盛中德、龍國維。1995。設施內自動噴霧設施介紹。施藥技術服務。創刊號。p.15-20。
5. 陳泳萱。2004。自走車循跡導航系統之模擬研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
6. 陳昭亨。2000。多重感測系統應用於自動導引車行走控制之研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
7. 盧世昌。1995。無人化農用自走車之直行控制系統。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
8. 蘇俊輝。2003。循跡式自走車導引系統之模擬研究。碩士論文。台中：中興大學生物產業機電工程研究所。
9. SHIKO 株式會社。2006。AGV。http://www.shiko.biz/product/agv.html。上網日期：2006 年 1 月 13 日。
10. 農漁牧產業自動化網站。2006。無人噴藥車。http://agriauto.ame.ntu.edu.tw。上網日期：2013 年 7 月 18 日。
11. Manigel, J and W. Leonard. 1992. Vehicle control by computer vision. IEEE Transactions on industrial electronics 39(3):181-188.
12. Tillett, N. D. 1991. Automatic guidance sensor for agricultural field machines : a review of Agricultural Engineering Research 50(3):167-187.
13. Tsukagoshi, M. and F. Yamauchi. 1987. Magnetic lattice lane guide for AGVs. Automated guided Vehicle System 5th International Conference. pp.137-144.

Development of the Automatic Guidance System for Self-propelled Carrier in Greenhouse

Chih-Kai Yang[1], Guo-Shiang Hwang[2]

[1] Associate Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA
[2] Assistant Agricultural Engineer, Taiwan Agricultural Research Institute, COA

Abstract

The operation processes in greenhouse cultivation, including fertilizers, materials, growing media, seedlings and agricultural products handling currently exercised by manpower cart, powered cart, rail trolley, conveyor, automated handling systems and gantry systems. There are classified into two system of non-rail and rail-mounted. The automation carrier capable of moving between aisles with diversity, flexibility, safety as well as carrying capacity and other functions for transporting in the greenhouse to handle agricultural products and compact management machineries needs to be designed and built. The image identification and guidance technology, magnetic guidance system and RFID locating were applied to drive and control the carrier in accordance with planned path in greenhouse. The system includes self-propelled omni-wheel carrier, image identification and guidance system, magnetic guidance module. After developing and testing, image identification system although can achieve, but restrained by ambient light changes, algorithms could easily lapses from fuction. Therefore, the magnetic guidance system and RFID locating technology substituted for image system. The magnetic sensor equiped in front of self-propelled carrier can sense magnetic ribbon on the ground. The feedback signals are transmitted the controller to correct the drection. The RFID reader at the bottom of carrier can identify the current location, as compared to the database map settings. Then, the carrier decides to turn around, go straight or U-turn.

Keywords: AGV, Magnetic guidance system, RFID locating.